

24 Načini zaštite perimetra

Kao što je već objašnjeno u prethodnom tekstu, pojam perimetra u sistemima za zaštitu objekata i prostora od neovlašćenog pristupa označava zatvorenu liniju - granicu u okviru koje se nalaze prostor i objekti koji se štite. Kako od momenta detekcije i dojave neovlašćenog pristupa direktno zavisi ukupno vreme reakcije sistema zaštite, nadzor perimetra kao „nadzor prve linije odbrane“ od neovlašćenog pristupa, značajno povećava nivo bezbednosti zaštite od provale. Sa linijom perimetra počinje delovanje tehničkih sistema zaštite, a ta linija je u isto vreme i granica delovanja fizičke zaštite.

Postoji veliki broj načina kojima se može realizovati nadzor perimetra, nezavisno od toga da li postoje fizičke barijere (ograda, zid, itd.) ili ne. U tabeli 24.1 je data principijelna podela načina zaštite perimetra, a u tekstu koji sledi su opisani neki od najčešće primenjivanih načina za zaštitu perimetra.

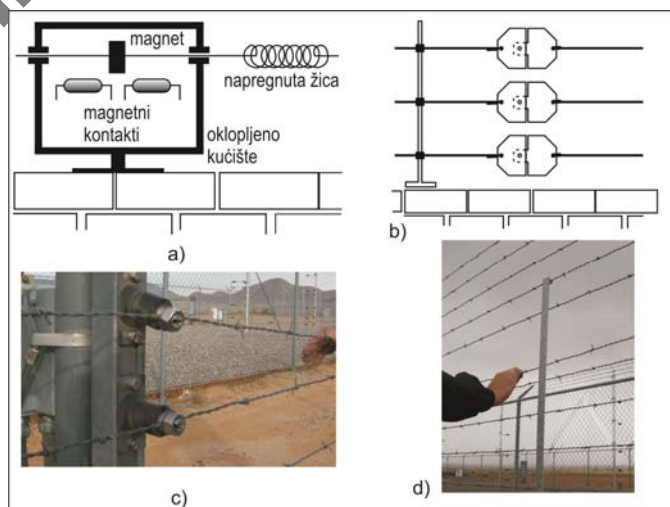
Tabela 24.1 Načini zaštite perimetra

Vrsta nadzora perimetra		
Na granici prostora koji se štiti (na ogradi)	Ispod granice prostora koji se štiti (ispod ograde)	Na i pored granice prostora koji se štiti
detektori vibracija	linije za seizmičku detekciju	- aktivne i pasivne infracrvene barijere
zategnute i napregnute žice	ukopani koaksijalni kablovi	- ultrazvučne i mikrotalasne barijere
optički kablovi	ukopani magnetno osetljivi kablovi	
žičane mreže sa senzorima	geofoni kablovi	

24.1 Zaštita perimetra napregnutim kablovima

Najjednostavniji oblici zaštite perimetra u formi fizičke barijere (ograde) se baziraju na žičanoj ogradi koju čine jedna ili više zategnutih žica koje u isto vreme formiraju i alarmnu „petlju“ koja registruje, naprezanje, prekidanje ili bilo koji drugi oblik deformacije.

Na slici 24.1 a) i b) su prikazane dve varijante ograde koja ima ulogu alarmne petlje, ali u isto vreme predstavlja i fizičku barijeru. U varijanti a) na slici, koriste se magnetni kontakti koji se inače koriste i za zaštitu vrata i prozora na objektu, dok u varijanti b) žice koje prolaze kroz žbunje i šipražje su zategnute pre postavljanja. Svaka od žica koje čine ogradu su spojene na određenom razmaku posebnom vezom od mekog metala, koji se lomi prilikom pokušaja penjanja ili prolaska, tako da dolazi do prekidanja zatvorene petlje. Na slici 24.1 c) je prikazan jedan način realizacije, dok je na slici d) prikazan jednostavan način testiranja - merenja otklona ograde do trenutka alarmiranja.



Slika 24.1 Zaštita perimetra pomoću napregnute alarmne ograde

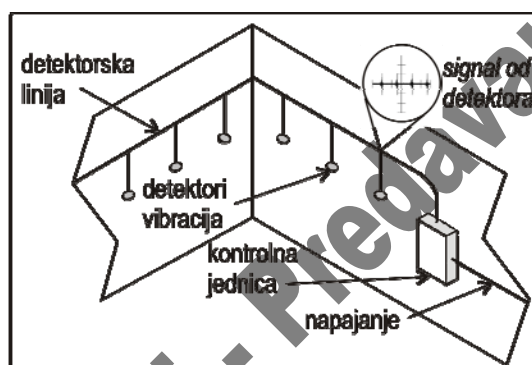
S obzirom na činjenicu da su žice koje čine ogradu napregnute, i u jednoj i u drugoj vrsti realizacije moguće je detektovati sva mehanička delovanja koja najčešće prate ulazak u štićeni prostor (sečenje, savijanje, širenje susednih žica da bi se napravio prostor za ulazak i slično).

24.2 Zaštita perimetra detekcijom vibracija

Metalne ograde oko prostora koji se štiti često se koriste za realizaciju zaštite perimetra detekcijom vibracija koje nastaju nasilnim ulaskom. Obično se koriste dva metoda:

- *detekcija vibracija pomoću detektora vibracija* koji se inače koriste u objektima i
- *detekcija pomoću kablova osetljivih na vibracije* koji se nalaze uz žice koje čine ogradu.

Detektori sa senzorima koji su osetljivi na vibracije se primenjuju na isti način kao i u objektu, s tom razlikom što se detektori nalaze na stubovima u kućistima koja su zaštićena od atmosferskih uticaja. Žice koje čine ogradu moraju biti zategnute, tako da vibracije mogu da se prenesu na metalno kućište u kome se nalazi detektor, a preko kućišta i na sam detektor vibracija. Kada se primenjuje ovakav način zaštite, linija perimetra se deli u sekcije sa najviše 30 detektora koji su povezani na centralnu jedinicu koja prima signal alarma i definiše sekciju u kojoj je nastala vibracija.



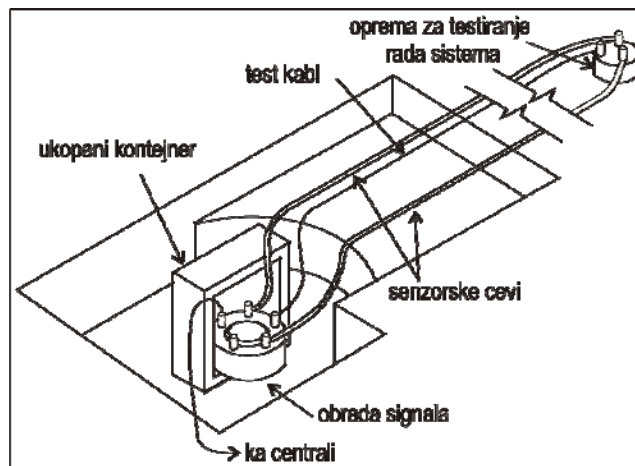
Slika 24.2 Zaštita perimetra pomoću detektora vibracija na zidu

Ako se umesto ograde štićeni prostor ograđuje zidom, slika 24.2, detektori vibracija mogu da se ugrade na zid, s tim što treba voditi računa o tome u kojoj meri materijal koji se koristi za izradu zida oko perimetra prenosi vibracije. Saobraćaj u blizini granica prostora koji se štiti, drumski i avionski, kretanje mašina, itd., može značajno da utiče na pouzdanost dojava alarma. Ako se detektori vibracija postavljaju na zid, rastojanje između detektora obično iznosi oko 3 m. Za detekciju vibracija se koriste detektori sa piezoelektričnim elementom kao senzorom ili detektori sa elektromehaničkim ili magnetnim kontaktima.

Zaštita perimetra pomoću kablova koji su osetljivi na vibracije, pomoću tzv. linijskih „šok“ detektora, može da se realizuje i posebnim tipovima koaksijalnih kablova koji menjaju svoje električne karakteristike pod uticajem vibracija.

24.3 Zaštita perimetra podzemnim cevima sa senzorima pritiska

Jedan od načina za detekciju vibracija tla prilikom prolaska i tako nastale seizmičke energije, jeste korišćenje cevi ispunjene nekim fluidom koje se nalaze na određenoj dubini. Na taj način se formira mreža senzorskih cevi koje su najčešće ispunjene vodom ili antifrizom, pri čemu veličina zone zavisi od konfiguracije i karakteristika tla. Kontrolna jedinica reguliše pritisak u cevima, detektuje promene pritiska i generiše alarmni signal. Obično se koristi po jedan par senzorskih cevi za svaki sektor unutar perimetra koji se nadgleda. Deo za kompenzaciju pritiska reguliše promene u pritisku koje nastaju pod uticajem vremenskih prilika (kiša, promene temperature i slično).



Slika 24.3 Sistem za detekciju vibracija tla podzemnim cevima

Pritisak u cevima prilikom prolaska vozila ili čoveka direktno zavisi od težine i pritiska. Trčanje izaziva veći pritisak od hodanja, težak čovek koji hoda uspravno daje veći pritisak od lakše osobe koja pokušava da uđe na rukama i kolenima. Zbog toga je princip rada ovog sistema da se pritisak, i odgovarajući signal iz obe cevi, upoređuje i na bazi razlike odlučuje o tome da li je alarmna situacija ili ne.

Sistem se konfiguriše tako što se cevi postavljaju na međusobnom rastojanju od 1 do 1.20 m i zonom detekcije koja može da ide do 100 m, što zavisi od sastava tla. Dubina na koju se postavljaju cevi je od 20 do 30 cm za zemljano tlo bez mnogo kamenja i za pesak. Ako postoji sloj asfalta na površini, sistem se postavlja dosta pliće - na oko 10 cm dubine, dok se kod betoniranih površina sistem postavlja odmah ispod betona. Zbog metoda detekcije koji se zasniva na merenju diferencijalnog pritiska sa samokompensacijom, ovaj sistem ima visok stepen pouzdanosti i nisku stopu lažnih alarma. Prilikom postavljanja treba voditi računa da okolno drveće bude najmanje 3 m udaljeno od sistema cevi jer se pri vetrovitom vremenu vibracije sa drveća mogu preko korenja preneti na sistem. Takođe, sposobnost detekcije sistema u zimskom periodu može značajno da se smanji zbog napadalog snega.

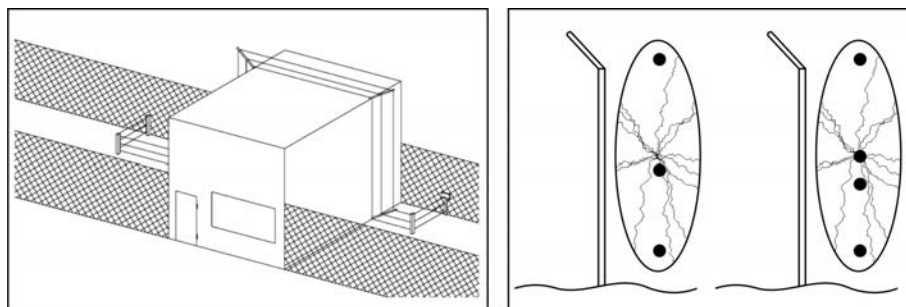
24.4 Zaštita perimetra korišćenjem električnog polja

Senzori električnog polja koji se koriste za zaštitu perimetra generišu električno polje između provodnika na liniji perimetra i zemlje i detektuju svaku promenu u polju koja nastaje kada se čovek približi ili dodirne provodnike. U principu, postoje dva tipa detektora koji koriste ovaj način detekcije:

- *detektori električnog polja i*
- *kapacitivni detektori.*

Detektori električnog polja generišu električno polje između trožičnih ili četvorožičnih kablova koji se nalaze na ogradi. Svako polje provodnika se sastoji od jednog ili dva provodnika i dva ili četiri senzorskih provodnika. Oscilator generiše naizmeničnu struju u polju provodnika koji stvaraju električno polje. U zavisnosti od udaljenosti i jačine polja, u poljima sa senzorskim provodnicima se indukuje električni signal koji je proporcionalan jačini stvorenog električnog polja.

Približavanje ovakvoj ogradi ima za posledicu narušavanje raspodele električnog polja i odgovarajuću promenu signala u senzorskim kablovima. Signal se vodi do kontrolne jedinice koja se nalazi u blizini i tu se vrši filtriranje signala kojim se odbacuju visokofrekventni signali koji mogu biti izazvani udarcima vetra i niskofrekventni signali koji mogu biti izazvani bacanjem manjih predmeta na ogradu. Princip rada ovog načina zaštite perimetra je ilustrovan slikom 24.4.



Slika 24.4 Primena elektrostatičkog polja u zaštiti perimetra

Mreža kablova pomoću kojih se realizuje ovaj sistem se montira na ogradu ili zidove. Dužina perimetra koje pokriva ovaj sistem je obično oko 150 m, izuzetno u nekim konfiguracijama do 230 m. Ovakav način zaštite je osjetljiv na atmosferske prilike kao što su padavine, a posebno na atmosferska električna pražnjenja. Osim što ptice i male životinje mogu da izazovu lažno alarmiranje, vegetacija koja se nalazi uz ogradu može da izazove smetnje u polju, tako da se preporučuje uklanjanje grmlja, žbunja, kao i redovno sečenje trave u neposrednoj blizini ograde koja se štiti električnim poljem.

Osetljivost prikazanog sistema je veoma velika tako da je treba podešavati u skladu sa mogućim „pretnjama“ i postepeno - u koracima. Ako je osjetljivost velika, sistem će reagovati i na male životinje koje se približavaju ogradbi; ako je osjetljivost suviše mala, moguće je da neće detektovati veoma spori prolaz preko ograde. Zbog toga, sistem se najčešće podešava tako da detektuje osobu koja normalnom brzinom hoda prolazi na rastojanju od oko 0.5 m pored ograde.

Testiranje (provera osjetljivosti sistema) se sprovodi veoma sporim puzanjem, brzinom do 20 cm/s kroz zonu detekcije čija širina je najčešće do 2 m od ograde.

24.4.1 Zaštita perimetra kapacitivnim linijskim detektorima

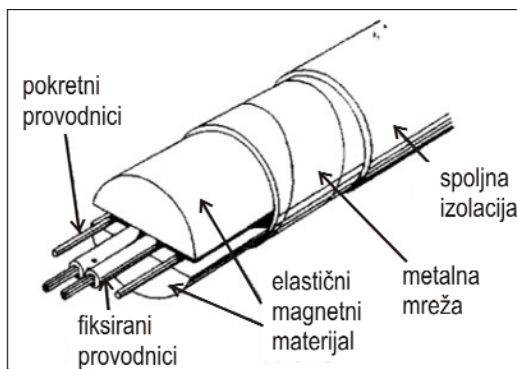
Kapacitivni linijski detektori generišu električno polje između ograde ili provodnika koji se nalaze na vrhu ograde i zemlje i nadgledaju promenu u kapacitivnosti koja se javlja prilikom dodirivanja ograde. U nekim primenama, kapacitivni linijski detektori se dele u dvostruka desna i leva polja u odnosu na mernu jedinicu da bi se omogućilo diferencijalno merenje. Prednost ovakvog pristupa je da će promene koje nastaju kao rezultat atmosferskih uticaja (kiša, vetar, grmljavina) biti jednake u svim segmentima, dok promene koje nastaju ulaskom neće biti iste za sve segmente, tako da će doći do generisanja signala alarma. Ovakvi kapacitivni senzori su tzv. dvozonski diferencijalni senzori koji detektuju bilo kakav dodir senzorskih kablova koji se nalaze na vrhu ograde. U praksi, senzor indukuje niskonaponski signal frekvencije 3 kHz kroz polje od tri blisko postavljena provodnika i meri kapacitet između polja i zemlje. Sistem može biti podešen sa detektuje promene od 10 do 150 pF za minimalnu osjetljivost. Zbog diferencijalnog načina detekcije, segmenti sistema moraju biti iste dužine, sa najvećim odstupanjem u dužini od 10%. Najveća dužina linije perimetra koja može da se štiti ovakvim sistemom iznosi oko 300 m (dva segmenta od po 150 m), pri čemu ukupan kapacitet po segmentu ne sme da bude veći od 2500 pF kada je sistem podešen na maksimalnu osjetljivost, ili 10000 pF po segmentu kada je sistem podešen na minimalnu osjetljivost.

Neki tipovi kapacitivnih linijskih detektora koriste merenje kapacitivnosti između unutrašnjeg i spoljnog provodnika, tako da pod stabilnim naponom kada kabl vibrira dolazi do malih promena kapacitivnosti koja se meri na kraju kabla. Dobijeni signal na kraju kabla se obrađuje u smislu da promene čiji su intenzitet, učestanost i trajanje veći od standardnih promena pod uticajem okruženja, generišu alarmnu situaciju. U sistemima ovakvog tipa, obrada signala se obavlja na svakih 200 do 300 m senzorskog kabla.

Sistemi sa kapacitivnim kablovima su osjetljivi na vlagu koja može da uđe u kablove kao posledica oštećenja spoljnog omotača. Takođe je potrebno da se jedinice koje obrađuju signal

nalaze blizu krajeva kabla, što zahteva zaštitu od atmosferskih uticaja. Pošto su ovo sistemi sa visokom impedansom, mogući su problemi koji mogu da nastanu pod uticajem elektrostatičkih polja drugih sistema u blizini.

Probleme koji su prisutni u sistemima koji koriste kapacitivne kablove moguće je rešiti upotrebom kablova od magnetnog materijala. Na slici 24.5 je prikazan jedan čest način realizacije takvog tipa kabla. Dva provodnika su čvrsto fiksirana, dok se sa strane nalaze i dva pokretna provodnika koji se pomeraju pod uticajem vibracija u okviru elastičnog omotača. Kretanje kablova u postojećem magnetnom polju izaziva male promene napona na osnovu kojih se generiše signal alarma.



Slika 24.5 Linijska detekcija vibracija kablovima od magnetskog materijala

Korišćenjem dva seta provodnika smanjuje se uticaj elektrostatičke i elektromagnetne interference. Ovaj tip kabla je manje osetljiv od kapacitivnog na vibracije izazvane atmosferskim uticajima kao što je vetar, kiša, grad i slično, i ima izlazni signal koji je dva do tri puta jači. Pošto ima malu impedansu, veza do centralne jedinice za obradu koja može biti udaljena se ostvaruje normalnim koaksijalnim kablom. Standardna dužina ovog kabla je do 1000 m. I jedan i drugi tip kabla se vezuju na žice koje čine ogradu na rastojanju od 20 cm.

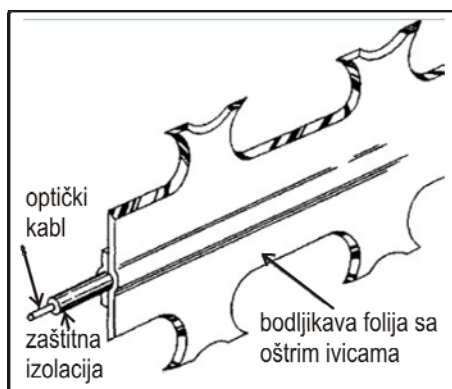
Navedeni tipovi sistema za zaštitu perimetra sa kablovima imaju visoku stopu lažnih alarmiranja zbog raznih faktora iz okruženja koji mogu da izazovu vibracije (ptice, životinje, jaki vetrovi, padavine, itd.), tako da signal alarma koji oni generišu treba shvatiti kao upozorenje, odnosno, kao neku vrstu predalarmnog stanja koje treba proveriti drugim sistemima zaštite, pre svega preko sistema video nadzora ili direktnim obilaskom od strane pripadnika službe fizičkog obezbeđenja kompleksa.

24.5 Zaštita perimetra optičkim kablovima

Optički kablovi se poslednjih godina sve više koriste, posebno u primenama u kojima se zahteva visok nivo bezbednosti. Optički kablovi u zaštiti perimetra se koriste na dva načina:

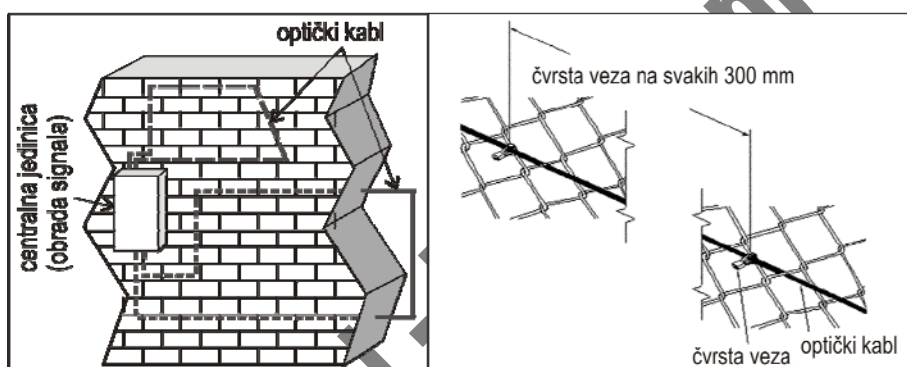
- *za detekciju prekida signala*, kao kod standardne alarmne petlje i
- *za detekciju promena parametara signala* koji se prostire kroz kabl.

Kod prvog načina primene, optički kabl se fabrički ugrađuje u ogradu ili strukturu koja čini ogradu: mrežu, zid, ulaznu kapiju, vrata, delove krova, itd. Na slici 24.6 je prikazan primer gde je optički kabl sastavni deo bodljikave ograde. Ovakav način zaštite se postavlja kao element od koga se formira zaštitna ograda ili na vrh zida koji služi kao fizička prepreka za ulaz uštićeni prostor.



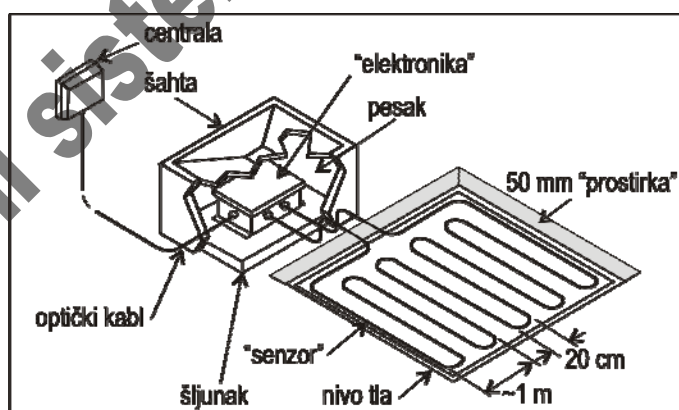
Slika 24.6 Optički kabl ugrađen u strukturu zaštitne ograde

Drugi način korišćenja optičkog kabla u zaštiti perimetra je zaštita detekcijom promena optičkih karakteristika kabla koje nastaju kada je kabl pod uticajem spoljašnjeg pritiska. Kod ovakvog načina zaštite, optički kabl može biti ugrađen u ogradu ili zid, kao što je prikazano na slici 24.7, ili da bude ukopan ispod granice perimetra i štićenog prostora, kao što je prikazano na slici 24.8.



Slika 24.7 Načini ugradnje optičkog kabla za zaštitu perimetra

Levo: optički kabl ugrađen u zid. Desno: optički kabl upleten u ogradu.



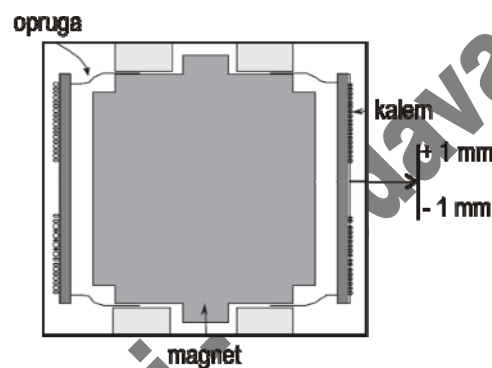
Slika 24.8 Optički kabl ukopan ispod štićenog prostora

Kod ovog načina zaštite, dužina optičkog kabla je do 500 m. Kabl koji je zatvoren u PVC cev se ukopava oko 60 mm ispod nivoa tla, pa se petlja vraća nazad na rastojanju od 75 cm od prethodne putanje, ukupno 4 puta. Na taj način se pokriva zaštitni pojas dužine 125 m i širine 3 m. U normalnim uslovima rada infracrveni signal ($0.7 \mu\text{m}$) koji se emituje sa jednog kraja kabla se u nepromenjenom obliku prima na drugom kraju, dok bilo kakav pritisak koji se sa tla prenese na kabl izaziva promene u kvalitetu primljenog signala. Sistemi ovog tipa su značajno skuplji od ostalih tipova sistema sa kablovima, ali su imuni na većinu smetnji i veoma pouzdani.

24.6 Zaštita perimetra geofonim sistemima

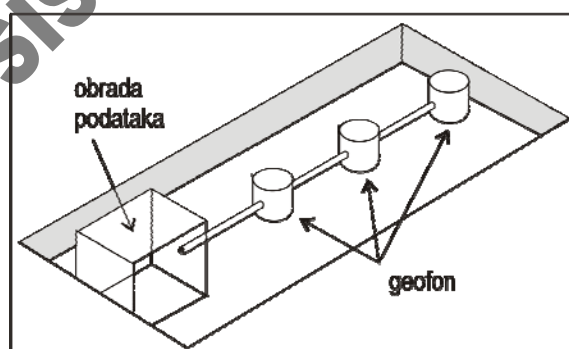
Primenu u zaštiti perimetra su našli i veoma osetljivi sistemi za detekciju pomeranja tla (zemljotresa) - geofoni sistemi. Geofoni sistem je konstruisan tako da detektuje seizmičke i druge vibracije tla veoma niske frekvencije - oko 1 Hz, tako da u zaštiti perimetra može da se koristi kao detektor vibracija. Pomoću geofonih sistema je moguće detektovati neznatna podrhtavanja tla izazvana koraćanjem ili kretanjem vozila. Bilo da se geofon nalazi ukopan ispod nivoa prolaska, u ogradi ili na zidu, vibracije izazivaju pomeranje kalema koji se nalazi u polju stalnog magneta i tako generišu električni impuls u kalemu. Posle pojačavanja i filtriranja, signali iz mreže geofona se vode do kontrolne jedinice. Geofoni senzori rade na principu elektromagnetne indukcije i na slici 24.9 je ilustrovan njihov princip rada. Svaka promena relativnog položaja seta kalemova u odnosu na magnet koji je fiksiran oprugama, izaziva promenu diferencijalnog napona na kalemovima, čime se generiše signal alarma.

Sistemi za geofonim senzorima mogu da se montiraju na ogradu i zid, ili ispod površine prostora koji se štiti. Postavljanje ispod tla se preporučuje u sredinama koje nisu urbane (travnate i zemljane površine), dok se na ogradu stavljaju kao sekundarna zaštita - iza ograde koja okružuje štićeni prostor.



Slika 24.9 Princip rada geofona

Geofoni sistemi se uglavnom sastoje od 20 do 50 senzora na liniji, na rastojanju koje ide od 2 do 3 m, zavisno od proizvođača (6 do 12 ft) i preporučenoj dubini od 15 do 35 cm (6 do 14 inča). Linija sa geofonim senzorima može da ima dužinu do 100 m.



Slika 24.10 Geofoni sistem za zaštitu perimetra

Osetljivost detekcije ovog tipa sistema za zaštitu perimetra zavisi pre svega od karakteristika tla, kao što je kompaktnost ili rastresitost, što je presudan faktor za prenošenje seizmičkih vibracija. Pošto se pomoću geofonih sistema može detektovati i veoma slaba seizmička aktivnost lažno alarmiranje mogu izazvati vibracije stabala, ograde ili električnih i telefonskih stubova. Zbog toga se preporučuje postavljanje geofonih senzora na minimalnom rastojanju 10 m od drveća i 3 m od ograde i stubova.

Geofoni sistemi se koriste na aerodromima, u zatvorskim jedinicama, vojnim objektima, kao i u svim primenama gde cena ne predstavlja odlučujući faktor prilikom izbora sistema.

24.7 Zaštita perimetra podzemnim koaksijalnim kablovima

Za zaštitu perimetra ispod nivoa tla moguće je upotrebiti i koaksijalne kablove posebnog tipa koji imaju male otvore koji su blisko raspoređeni na spoljnom omotaču. Otvori omogućavaju prostiranje („curenje“) elektromagnetnog zračenja oko provodnika čime se formira električno polje u neposrednoj blizini provodnika. Prednost ovakvog tipa zaštite perimetra je višestruka: kablovi su nevidljivi i teški za otkrivanje, postavljeni su da prate konfiguraciju tla, a sama forma putanje može da se postavi proizvoljno.

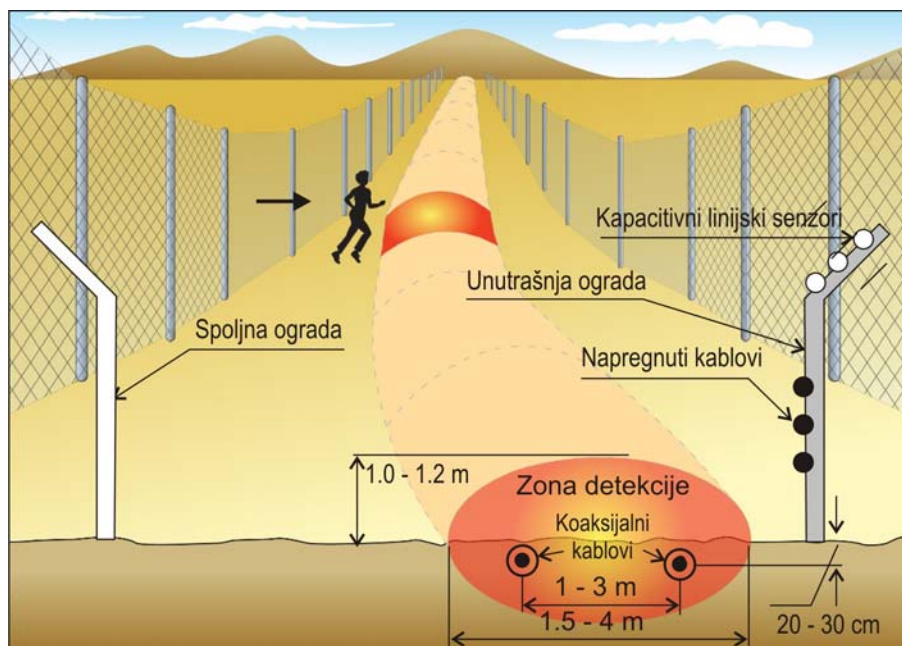
Koaksijalni kablovi se postavljaju paralelno ispod nivoa zemlje na rastojanju od oko 1.5 m do 3 m. Dimenzije zone detekcije koja je prikazana na slici 24.11 variraju duž kabla, što zavisi od rastojanja između kablova i dubine postavljanja koji variraju duž cele linije, od sastava tla, od prisustva ukopanih metalnih predmeta, itd. U varijanti praktične realizacije koja podrazumeva ukopavanje na dubini od 20 cm i na rastojanju između kablova od 2 m, formirana zona detekcije ima visinu od oko 1 m i širinu do 3 m.

Električno polje koje se formira između provodnika se menja kada „uljez“ uđe u polje. Postoje dva tipa zaštite perimetra sa koaksijalnim kablovima: sa pulsnim i kontinualnim RF talasima. U obe varijante predajnik se nalazi na početku jednog kabla, dok se prijemnik nalazi na kraju drugog kabla i nadgleda promene (smetnje) koje nastaju u elektromagnetnom polju.

U varijanti sa pulsnim talasima moguće je odrediti lokaciju uljeza, pošto se kompletna linija nadgleda softverski, uz pomoć računara, tako da postoji mogućnost podele linije na segmente od 1 m do 2 m, što u isto vreme predstavlja i tačnost detekcije. Kablovi sa kontinualnim talasima predstavljaju celom svojom dužinom jedan senzor kroz koji se šalje talas frekvencije 40 MHz 60 MHz, ne postoji mogućnost obrade signala i samim tim, i određivanja precizne lokacije ulaska u zonu detekcije.

Kablovi koji koriste pulsne talase mogu da pokriju rastojanje i do 3000 m, dok kablovi sa kontinualnim talasima pokrivaju rastojanje od 100 do 150 m. Prilikom postavljanja kablova treba izbegavati da linija kablova ide ispod metalne ograde koja okružuje prostor, a ako to ne može da se izbegne, minimalno rastojanje između ograde i kablova treba da bude od 2 do 3 m. Ukrštanje sa drugim kablovima ili cevima treba da bude na minimalnom rastojanju od 1 m. Naravno, i kod ovog načina detekcije pokušaji izbegavanja su najčešće premošćavanje ili preskakanje.

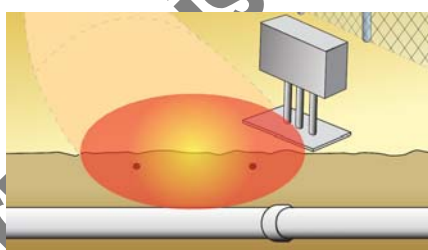
Lažno alarmiranje može da bude izazvano skupljanjem vode tokom kiše ili posle topljenja snega čije talasanje može da izazove alarm. Kretanje metalnih objekata u blizini kablova i kretanje životinja težih od 4 kg, takođe utiču na promenu parametara koji se prate u zoni detekcije.



Slika 24.11 Zaštita perimetra ukopanim koaksijalnim kablovima

Postoje mnogi razlozi za korišćenje ovog načina zaštite perimetra, počev od razloga estetske prirode (zaštita koju ne vide oni koji tu prolaze) do sigurnosnih - da nadomeste mane najkorišćenijih načina zaštite perimetra. Naime, zajednička „slaba tačka“ zaštite električnim poljem, mikrotalasnim i aktivnim infracrvenim detektorima je slaba detekcija puzanja. Ovaj način zaštite je upravo najefikasniji za detekciju ovog načina ulaska u prostor. Međutim, zaštita koaksijalnim kablovima nikada nije primaran i jedini način zaštite, već se koristi kao dopuna pomenutih načina, naročito kada se zahteva visok stepen zaštite prostora.

Prilikom instaliranja najviše treba voditi računa o udaljenosti od metalnih objekata od kablova (ormana za električnu instalaciju, vodovodnih i kanalizacionih cevi koje ne smeju da seku putanju kablova) i potrebno je da se obezbedi dobra drenaža tla od atmosferske vode. Testiranje osetljivosti sistema se najčešće obavlja sporim kretanjem kroz zonu detekcije, tzv. pačjim hodom (eng. *duck walk*). Pomenute činjenice su ilustrovane prikazima na slici 24.12.



Slika 24.12 Ometajući faktori pri instalaciji i način testiranja

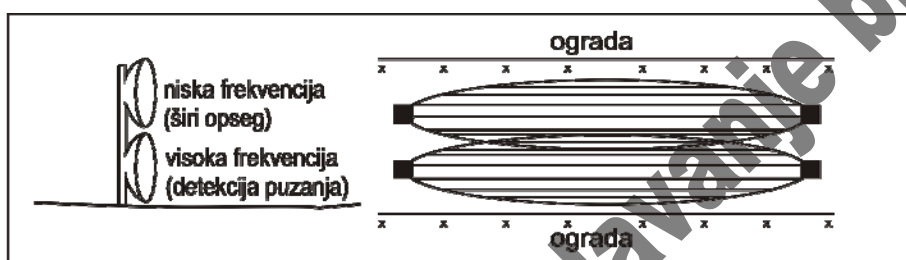
24.8 Zaštita perimetra detektorima pokreta

Detektori pokreta koji predstavljaju vodeći tip detektora koji se koriste za zaštitu od provale kada se „uljez“ nađe u objektu, mogu se iskoristiti i za zaštitu perimetra. U tu svrhu se koriste aktivni tipovi detektora koji konstruktivno sadrže predajnik i prijemnik signala čijim „presecanjem“ dolazi do generisanja alarma.

24.8.1 Zaštita perimetra mikrotalasnim detektorima pokreta

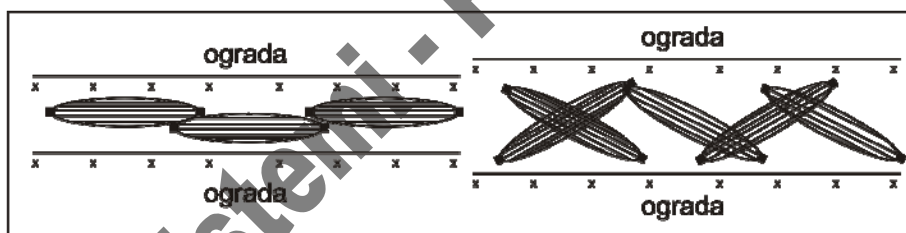
U poglavlju 18. opisani su mikrotalasni detektori pokreta koji princip detekcije zasnivaju na Doplerovom efektu i generišu elektromagnetne talase frekvencije od 9.3 do 10.7 GHz. Za zaštitu perimetra se standardno koristi bistatički mikrotalasni detektor pokreta kod koga se predajnik i prijemnik nalaze u odvojenim kućištima, dok se u nekim primenama može koristiti i monostatički detektor velikog opsega kod kojih je predajnik i prijemnik u istom kućištu.

Kada je u pitanju postavljanje bistatičkih mikrotalasnih detektora na granici oblasti koja je pod nadzorom, najjednostavnija je zaštita kod pravougaonih površina gde se postavljaju parovi predajnik/prijemnik u temenima pravouganika koji označava granicu prostora koji se štiti. U ostalim slučajevima, postavljanje zavisi od oblika površine koja se štiti, konfiguracije tla i mnogih drugih faktora koji zavise od okoline. Kada se zahteva veći stepen sigurnosti i kada su površine izuzetno velike, najčešće se koriste dva ili tri bistatička detektora koja se postavljaju jedan iznad drugog, ili jedan pored drugog, slika 24.13.



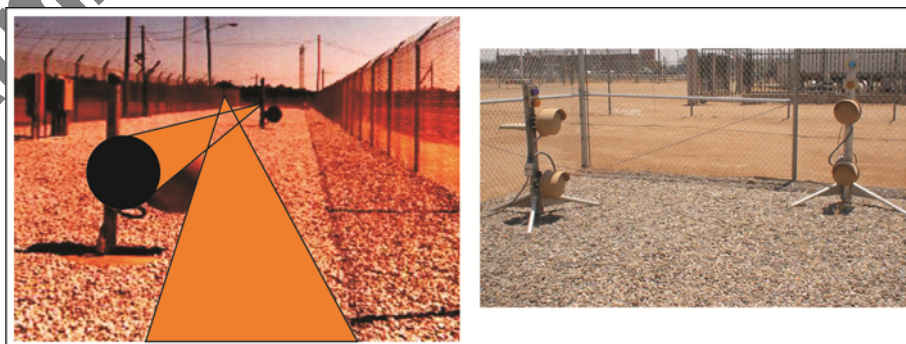
Slika 24.13 Postavljanje bistatičkih detektora pokreta za zaštitu perimetra kada se zahteva viši nivo zaštite

Takođe, zavisno od primene, mikrotalasni detektori pokreta se mogu kombinovati na različite načine, kao što je prikazano na slici 24.14.



Slika 24.14. Kombinovanje bistatičkih detektora pokreta za zaštitu perimetra

Kombinovanje mikrotalasnih detektora pokreta ima za cilj da se formira konfiguracija u kojoj ne postoje „slepe zone“ detekcije pored ili iza detektora. Na slici 24.15 je dat realan primer kombinovanja.



Slika 24.15 Primer kombinovanja bistatičkih detektora pokreta

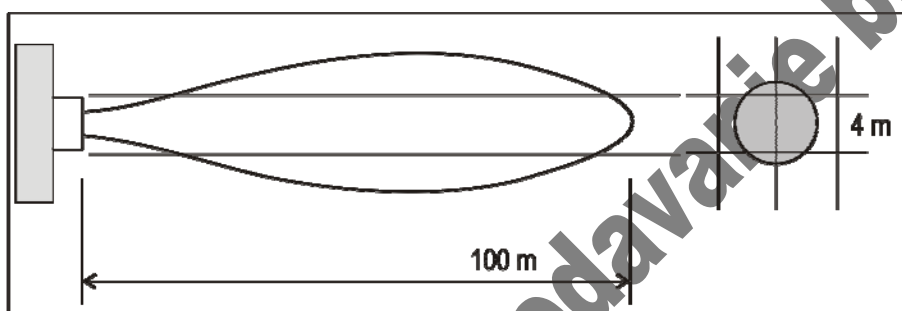
Na slici levo su prikazana dva para bistatičkih detektora pokreta, predajnik udaljeniji na slici, u sredini, emituje zrak ka prijemniku koji se nalazi iza fotografa. Ovo je konfiguracija koja odgovara položaju detektora koji je ilustrovan na slici 24.14. desno, i poznata je kao

konfiguracija „upletene korpe“ (eng. *basketweave*). Konfiguracija prikazana na slici 24.15 desno se primenjuje u uglovima da bi se obezbedila zaštita od prolaska iza detektora ili od pokušaja prolaska puzanjem.

Bistatičkim mikrotalasnim detektorima je moguće pokriti razdaljinu do 450 m, pri čemu se oblik zone detekcije (širina, visina) definiše antenom na predajniku.

Monostatički detektori pokreta se realizuju na dva načina – korišćenjem amplitudne modulacije mikrotalasnog signala i korišćenjem frekventne modulacije. Detektori koji svoj rad baziraju na prvom principu detektuju promene u primljenom signalu na sličan način kao i bistatički, dok monostatički detektori koji koriste drugi princip, detekciju baziraju na Doplerovom efektu. Generalno, monostatički detektori pokreta se manje koriste od bistatičkih, primenjuju se u situacijama u kojima bistatički detektor pokreta nije podesan.

Ako se za zaštitu perimetra koristi monostatički mikrotalasni detektor pokreta, tada dužina perimetra koju je moguće zaštititi iznosi oko 100 m i ima širinu do 4 m, iako većina proizvođača za pouzdanu detekciju daje rastojanja od 60 i 80 m, slika 24.16.



Slika 24.16 Korišćenje monostatičkih detektora pokreta za zaštitu perimetra

Iako monostatički detektori pokreta pokrivaju manju razdaljinu od bistatičkih, njihova prednost je u tome što imaju precizno definisanu zonu pokrivanja, što kod bistatičkih nije slučaj. Oba tipa detektora se veoma često koriste u kombinaciji sa video nadzorom tako da se postiže veoma visok nivo bezbednosti.

Što se tiče lažnih alarmiranja, mikrotalasni detektori prilično imuni na atmosferske prilike, mada ponekad jaka i gusta kiša u prvih nekoliko sekundi može da izazove lažni alarm. Pri vetrovitom vremenu, otpaci koji su nošeni vetrom, kao na primer lišće, papir, kartoni i slično, neće izazvati alarm jer nemaju dobru refleksiju, ali ako su mokri ili zaleđeni može se desiti da izazovu alarm. Male životinje do veličine miša ne izazivaju alarm, ali veće životinje (zec, jato ptica) mogu da ga izazovu.

Što se tiče pouzdanosti alarmiranja, postoje samo dva načina „obilaznja“ mikrotalasnog detektora – preskakanjem iznad ili sporim puzanjem ispod emitovanog talasa (kao najčešći način prolaska), tako da se testiraju upravo na ta dva načina, slika 24.17.



Slika 24.17 Načini testiranja rada mikrotalasnih detektora pokreta

Za testiranje detektora preskakanjem koriste se platforme iza ograde, da bi se utvrdilo do koje visine je pouzdana detekcija. Osim ovoga, rad detektora se testira i brzim prolaskom

(trčanjem) kroz zonu detekcije pošto su neki mikrotalasni detektori podešeni da eliminišu brzi prolazak sa ciljem smanjenja broja lažnih alarmiranja prolaskom životinja.

Za testiranje prolaska puzanjem ispod zone detekcije koristi se lopta od aluminijuma (slika 24.17 desno), pošto se osoba do 35 kg teško detektuje prilikom sporog prolaska kroz zonu detekcije. Lopta prečnika 30 cm se sporo provlači „ispod“ zone detekcije i ovaj test se ponavlja oko 30 puta da bi se simuliralo sporo kretanje „uljeza“. Oblik sfere u stvari simulira poprečni presek „uljeza“ koji leži paralelno sa osom detekcije, pa se lopta koristi zato što ima isti poprečni presek u odnosu na bilo koji položaj detektora.

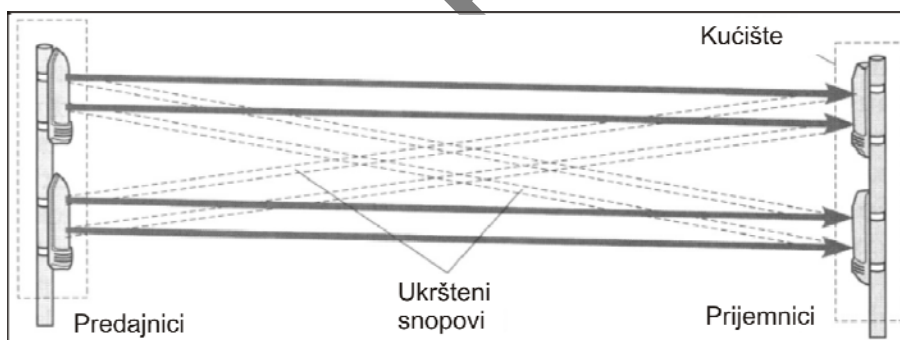
Problem prolaska puzanjem i preskakanjem zone detekcije se najlakše prevazilazi postavljanjem više detektorskih parova koji se nalaze jedan ispod drugog (najčešće 3 za visoku pouzdanost), počev od nivoa tla do visine iznad koje nije moguće preskakanje.

24.9 Zaštita perimetra infracrvenim detektorima pokreta

Infracrveni detektori pokreta za zaštitu od neovlašćenog ulaza u objekat, opisani u poglavlju 19, imaju takođe veliku primenu u zaštiti perimetra. U tu svrhu je moguće iskoristiti pasivne (ređe) i aktivne infracrvene detektore pokreta (češće).

Pasivni infracrveni detektori se koriste u manjoj meri zbog male zone detekcije, ali i zbog povećane osetljivosti na lažne alarme pod spoljnim uticajima, kao što su drugi izvori infracrvenog zračenja iz okoline, refleksije i zbog sličnih uticaja.

Daleko veću primenu u zaštiti perimetra imaju aktivni infracrveni detektori koje čine predajnik i prijemnik IC zračenja pomoću kojih se formira infracrvena barijera za zaštitu spoljne linije, ali se može koristiti i na otvorima na fasadama objekata. Za efikasno formiranje IC barijere potrebno je kombinovati linije pokrivanja najmanje dva aktivna IC detektora kao što je prikazano na slici 24.18.



Slika 24.18 Korišćenje aktivnih IC detektora pokreta za zaštitu perimetra

Danas su na tržištu najprisutniji aktivni IC detektori kod kojih transponder šalje dva (eng. *twin beams*) ili četiri sinhronizovana snopa (eng. *quad beams*) na daljinu od 40 do 120 m. Obično se kao granica za stabilan rad aktivnog IC detektora navodi rastojanje do 200 m. U najopštijem slučaju, postavljaju se dva para predajnik/prijemnik, sa visinom postavljanja nižeg para na visini od oko 15 cm za detekciju puzanja, i drugog para na visini koja štiti od preskakanja, sa dodatnim parovima između zavisno od primene i prečnika svakog emitovanog snopa koji se podešava optikom u detektorima. Treba napomenuti da, iako je emitovani infracrveni snop nevidljiv za ljudsko oko, danas postoje kamere kojima može da se utvrdi pozicija infracrvenih barijera koje formiraju detektori.

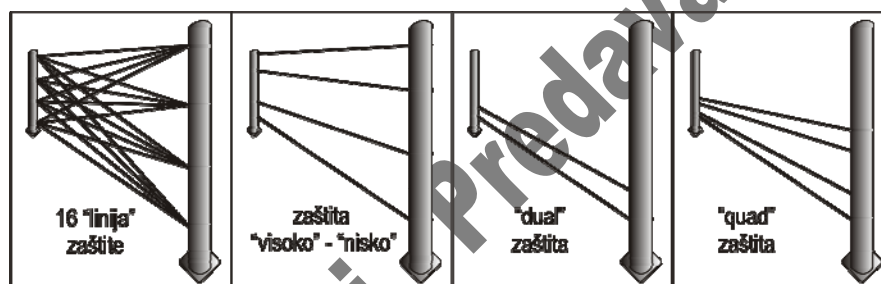
Danas na tržištu postoje modeli čije karakteristike mogu da se podešavaju daljinski putem računara za različite uslove rada. Na primer, moguće je isključivanje najnižeg para detektora u uslovima velikog snega na tlu, pri čemu parovi na većoj visini ostaju operativni. Većina modela je opremljena uređajima koji štite od zamrzavanja (grejači) ili od kondenzacije na sočivima detektora. Neki detektori su realizovani tako da sinhronizovano, u različitim vremenski

sekvencama emituju infracrveni snop, čime se eliminiše problem da snop iz predajnika jednog detektorskog para dođe u „vidno polje“ prijemnika drugog para. Osim navedenih, danas se na tržištu mogu naći detektori sa mnogim drugim karakteristikama za različite uslove primene.

Pošto presecanje zraka generiše alarm, potrebno je da postoji optička vidljivost između predajnika i prijemnika. Zbog toga je moguće da bilo šta što preseče zrak, kao na primer: ptice, životinje, lišće koje opada ili papir nošen vetrom, izazove alarm. Magla, dim, vlaga ili naložena prašina na predajniku, prijemniku ili ogledalima može da izazove rasejavanje IC snopa i da smanji pouzdanost detekcije. U pojedinim periodima godine, direktna svetlost ka prijemniku u zoru ili prilikom zalaska Sunca može da izazove lažno alarmiranje. Zbog toga, na tržištu postoje modeli koji u jednom modulu imaju i predajnik i prijemnik. Time se obezbeđuje da infracrveni snop ide u oba smera, pa je potrebno da oba modula uđu u alarmno stanje da bi došlo do alarmiranja.

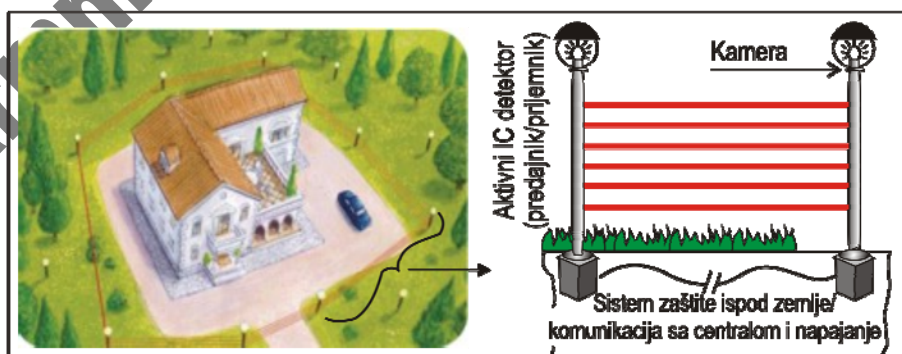
Aktivni infracrveni detektori možda imaju najveću oblast primene u odnosu ostale detektore pokreta. Oni mogu da se koriste za zaštitu vrata ili prozora, kapija za ulaz pešaka ili vozila u neki prostor i slično.

Preporuka je da detektore ovog tipa nikada ne treba postavljati do granice pokrivanja - dometa već, na primer, treba iskoristiti IC detektor dometa 30 m za pokrivanje prostora dužine 25 m ili dva detektora dometa 30 m za pokrivanje prostora dužine 50 m. IC barijera se zavisno od zahteva može formirati na različite načine kao što je prikazano na slici 24.19.



Slika 24.19 Mogući načini formiranja IC barijere

Aktivni IC detektori pokrivaju kompletnu dužinu perimetra, ne blokiraju se lako i u kombinaciji sa raznim tipovima fizičkih barijera (ograda) pružaju visoki nivo zaštite. Pošto je IC snop relativno uzak, dobro podešavanje puta predajnik - prijemnik je ključno za pouzdano funkcionisanje. Kombinovanjem različitih tipova detektora, uključujući i video nadzor, može da se realizuje efikasna zaštita perimetra, a da pritom ne bude lako uočljiva, kao u primeru na slici 24.20.



Slika 24.20 „Skrivena“ zaštita perimetra linijskim IC detektorima, podzemnim kablovima i video nadzorom